


MODULE SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

Patent Number: JP2000323647
Publication date: 2000-11-24
Inventor(s): ISHIWATARI YUTAKA; TANAKA AKIRA; KOMORIDA YUTAKA; NISHIMURA
TAKANOBU; TADA NOBUMITSU; KIJIMA KENJI
Applicant(s): TOSHIBA CORP
Requested
Patent:  JP2000323647
Application
Number: JP19990131601 19990512
Priority Number
(s):
IPC
Classification: H01L25/07; H01L25/18; H01L23/52
EC
Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce inductance, and to make excellent a current balance, to prevent deformation of or damage to a substrate board, and to realize high insulation and reliability.
SOLUTION: Each prescribed electrode 10 of plural semiconductor chips 5a to 5d is connected with an island-shaped electrode 12 jointed through an insulator 11 on a conductive layer 2 constituting a substrate board 4, and the island-shaped electrode 12 is positioned on the center line of the substrate board 4 or shaped symmetrically to the center of the substrate board 4.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(43)公開日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

H O I L 25/07
25/18
23/52

H O I L 25/04
23/52

C
D

審査請求 未請求 請求項の数25 OL (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平11-131601

(22) 出願日 平成11年5月12日(1999.5.12)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 石渡 裕

神奈川県

株式会社東芝京浜事業所内

田中 明

(72)発明者 田中 明

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

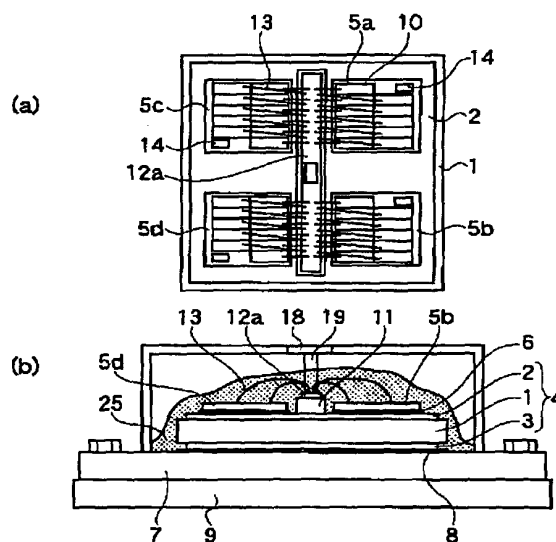
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュール型半導体装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、インダクタンスが低く、電流バランスが優れ、基板体の変形や破損を防止して、高絶縁信頼性とすることを目的とする。

【解決手段】 基板体4を構成する導電層2上に絶縁体11を介して接合された島状電極12に複数の半導体チップ5a～5dの各所定電極10が結線され、且つ島状電極12は基板体4の中心線上に位置するか又は基板体4の中心に対して対称形状を有するかの何れかであることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性セラミックス板の表面に導電層が接合された基板体における前記導電層上に複数の半導体チップが接合されたモジュール型半導体装置において、前記導電層上に絶縁体を介して接合された島状電極に前記複数の半導体チップの各所定電極が結線され、且つ前記島状電極は前記基板体の中心線上に位置するか又は前記基板体の中心に対して対称形状を有するかの何れかであることを特徴とするモジュール型半導体装置。

【請求項2】 前記島状電極は、前記半導体チップと他の半導体チップとの間に位置することを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項3】 前記島状電極は十字形状に形成されて前記複数の半導体チップ間に配置されていることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項4】 前記島状電極は前記複数の半導体チップを囲むように枠状に形成してなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項5】 前記絶縁体は、前記絶縁性セラミックス板よりも弾性係数の小さい材質からなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項6】 前記絶縁体は、絶縁性セラミックス製であることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項7】 前記絶縁性セラミックス板及び前記絶縁体の材質として、金属窒化物又は金属酸化物の何れかを用いてなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項8】 前記絶縁体の厚さは0.2mm以上で、且つ前記絶縁性セラミックス板の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項9】 前記導電層及び前記島状電極の材質として、銅、アルミニウム又はこれらを主成分とする合金又は複合材料の何れかを用いてなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項10】 前記絶縁体は、前記半導体チップとの間に0.5mm以上の距離を空けて前記基板体上に固定してなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項11】 前記島状電極の外形は前記絶縁体の外形よりも小さく、且つ前記島状電極の外形と前記絶縁体の外形との間に0.5mm以上の距離を空けてなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項12】 前記絶縁体のコーナー部は、半径0.5mm以上の面取りがされていることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項13】 前記島状電極のコーナー部は、半径0.5mm以上の面取りがされていることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項14】 前記基板体は、導電層を挟んだ2枚以

上の絶縁性セラミックス板で構成してなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項15】 前記島状電極は、外部接続端子と冶金学的もしくは機械的に一体化してなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項16】 前記島状電極と電氣的に絶縁された他の島状電極を、前記導電層上に絶縁体を介して接合し、当該他の島状電極に前記半導体チップの他の所定電極を結線してなることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項17】 前記他の島状電極は、他の外部接続端子と冶金学的もしくは機械的に一体化してなることを特徴とする請求項16記載のモジュール型半導体装置。

【請求項18】 前記半導体チップ、前記島状電極及び前記半導体チップの所定電極と前記島状電極を結線したボンディングワイヤが絶縁性樹脂で覆われていることを特徴とする請求項1記載のモジュール型半導体装置。

【請求項19】 絶縁性セラミックス板の表面に導電層が接合された基板体と、前記導電層上に接合された複数の半導体チップと、前記導電層上に絶縁体を介して接合され前記複数の半導体チップの各所定電極が結線された島状電極とを備え、前記島状電極は前記基板体の中心線上に位置するか又は前記基板体の中心に対して対称形状を有するかの何れかであるモジュール型半導体装置の製造方法であって、前記絶縁体と前記島状電極とを接合する方法として接合材を用いず、銅直接接合法を用いることを特徴とするモジュール型半導体装置の製造方法。

【請求項20】 前記基板体を構成する前記導電層と前記絶縁体との接合法として、接合材を用いず、銅直接接合法を用いることを特徴とする請求項19記載のモジュール型半導体装置の製造方法。

【請求項21】 前記基板体を構成する前記導電層と前記絶縁体との接合法として、当該絶縁体における接合面に他の導電層を設け、前記導電層と前記他の導電層とを低融点の接合材を用いて接合することを特徴とする請求項19記載のモジュール型半導体装置の製造方法。

【請求項22】 前記他の導電層の材質として、銅、アルミニウム又はこれらを主成分とする合金の何れかを用いることを特徴とする請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法。

【請求項23】 前記他の導電層の外形は前記絶縁体の外形よりも小さく、且つ前記絶縁体の外形と前記他の導電層の外形との間に0.5mm以上の距離を設けることを特徴とする請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法。

【請求項24】 前記低融点の接合材として、Pb, Sn, Ag, In, Cuの少なくとも1種類を主成分とする金属を用いることを特徴とする請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法。

【請求項25】 前記低融点の接合材として、弾性係数

が100GPa以下、もしくは降伏応力が100MPa以下の金属を用いることを特徴とする請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、絶縁信頼性を著しく向上させ、且つ半導体素子の電流バランスの向上や低インダクタンス化を図ったモジュール型半導体装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体チップは数mAから数Aといった比較的小さい電流の制御に用いられていたが、近年では1個の半導体チップで数10Aから100A近くの電流の制御が可能となっている。また、1つの絶縁性樹脂ケースの中に複数個の半導体チップを内蔵したモジュール型半導体装置では、1つのモジュールで数100Aから1000A以上の電流の制御が可能であり、今日では圧延プラントや化学プラントにおける大型モータの駆動用電源や車両等に幅広く使用されている。

【0003】このような複数個の半導体チップを内蔵したモジュール型半導体装置の第1の従来技術としては、例えば図9に示すようなものがある。同図において、半導体チップ5a、5bには、それぞれコレクタ電極とエミッタ電極10があり、このコレクタ電極とエミッタ電極10間に流れる電流をゲート電極14からの信号（電流）により制御している。通常、コレクタ電極は半導体チップ5a、5bの裏面にあり、エミッタ電極10とゲート電極14は表面に位置している。これらの半導体チップ5a、5bは、絶縁性セラミックス板31の表・裏面に導電層32a、32b、33を接合した基板体34上に半田36により接合されており、半導体チップ5a、5bのコレクタ電極は、この基板体34上の導電層32aと電気的に接続され、この導電層32aを介して接続端子26に接続されている。一方、エミッタ電極10は導電層32aとは電気的に絶縁された他の導電層32bにボンディングワイヤ35により結線されており、この導電層32bを介して接続端子27に接続されている。また、ゲート電極14は基板体34外の接続端子28にボンディングワイヤ37により結線されている。39はベースであり、導電層33に半田38で接合されている。

【0004】しかしながら、半導体チップ5a、5bを接合する基板体34表面の導電層32a（コレクタ部）と、ボンディングワイヤ35により半導体チップ5a、5bのエミッタ電極10と結線される導電層32b（エミッタ部）という2つの領域に分割すると、基板体34を構成する絶縁性セラミックス板31と導電層32a、32bとの熱膨張率の違いから、表面に導電層が接合されていない絶縁性セラミックス板31の領域には大きな引張りの残留応力が発生し、小さな外力の作用により絶

縁性セラミックス板31に割れが発生し、モジュール型半導体装置が絶縁破壊する恐れがある。さらに、導電層32aと導電層32bとは電気的に絶縁する必要があるため、特に大容量・高耐圧のモジュール型半導体装置では両者の間に大きな距離を取る必要があり、基板体34及びこの基板体34を収納するモジュールの形状が大きくなるとともに、ボンディングワイヤ35の長さも長くなる。これらの結果は、モジュール内の配線を長くすることにつながるため、モジュール型半導体装置のインダクタンスを大きくし、半導体チップ5a、5b間の電流のバランスを悪化させるため、大容量・高耐圧のモジュール型半導体装置には好ましくない。

【0005】このような観点から、図10に第2の従来技術として示すように、基板体34の周囲に導電層32と電気的に絶縁されたフレーム状の電極40を設け、このフレーム状の電極40と半導体チップ5a、5bのエミッタ電極10とをボンディングワイヤ35により結線するようにしたものがある。この第2の従来技術によれば、基板体34上の導電層32はコレクタ電極のみとなり、その結果、導電層32を分割する必要がなく、絶縁性セラミックス板31への引張り残留応力の発生を防止することができる。しかしながら、このフレーム状電極40を設置することにより、モジュール型半導体装置は大型化し、且つボンディングワイヤ35も長くなるという問題があり、必ずしも満足な性能が得られない。

【0006】これらの問題を改善するため、図11に第3の従来技術として示すように、基板体34表面の導電層32の端部に絶縁層41を介して島状電極42を接合し、この島状電極42と半導体チップ5a、5bのエミッタ電極10とをボンディングワイヤ35により結線するようにしたものが提案されている。この第3の従来技術によれば半導体チップ5a、5bのエミッタ電極10を接続する島状電極42が基板体34上にあるため、モジュール型半導体装置の大型化を抑え、且つボンディングワイヤ35の長さも比較的短かくできる。しかしながら、このような島状電極42の設置により、島状電極42の接合時に発生する残留応力により基板体34が不均一に変形し、半導体チップ5a、5bを接合した基板体34をベース39に半田38により固定する際に、半田38の層に欠陥が発生する確率が高くなるという問題があった。このような半田38部に発生した欠陥は、稼働時の熱サイクルの負荷により熱疲労亀裂の起点となり、基板体34がベース39から剥離する原因になる。さらに、近年ではモジュール型半導体装置の大容量化と高耐圧化により稼働時にも大きな熱応力が発生するため、島状電極42の設置により不均一に変形した基板体34においては、高い残留応力に稼働中の熱応力が重畳され、基板体34を構成する絶縁性セラミックス板31や島状電極42が損傷し短絡事故が発生したり、半田層38に熱疲労亀裂が生じて剥離することが問題となっていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来のモジュール型半導体装置においては、大容量・高耐圧化に伴い半導体チップ数が増大し、モジュールも大型化する傾向があり、その結果、配線長さの増加によるインダクタンスの増大や半導体チップ間の電流バランスの不均一により半導体チップが損傷したり、半導体チップ本来の性能を発揮させることができなかった。その対策としては基板体上に島状電極を設置することが有効と考えられるが、このような島状電極の設置により基板体の変形や、製造時の高い残留応力の発生により基板体が破損したり、また稼働時の熱応力により基板体に剥離を生じるといった問題があった。

【0008】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、インダクタンスが低く、電流バランスが優れ、基板体の変形や破損を防止して、絶縁信頼性の高いモジュール型半導体装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載のモジュール型半導体装置は、絶縁性セラミックス板の表面に導電層が接合された基板体における前記導電層上に複数の半導体チップが接合されたモジュール型半導体装置において、前記導電層上に絶縁体を介して接合された島状電極に前記複数の半導体チップの各所定電極が結線され、且つ前記島状電極は前記基板体の中心線上に位置するか又は前記基板体の中心に対して対称形状を有するかの何れかであることを要旨とする。この構成により、半導体チップのエミッタ電極等である各所定電極と島状電極を結線するボンディングワイヤの長さを短く、且つ略均一にすることが可能となる。また、基板体上に島状電極を接合したことで発生する残留応力を均一化させることができ、稼働時に熱応力が重畳された場合でも基板体の破損を防止することが可能となる。

【0010】請求項2記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極は、前記半導体チップと他の半導体チップとの間に位置することを要旨とする。この構成により、島状電極は絶縁体を介して基板体を構成する導電層上に接合されているので、島状電極と通常半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面絶縁距離が長く、複数の半導体チップ間の距離を小さくしても必要な耐圧を維持することが可能である。このため、ボンディングワイヤを、より一層短くすることが可能となる。

【0011】請求項3記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極は十字形状に形成されて前記複数の半導体チップ間に配置されていることを要旨とする。この構成により、基板体上に島状電極を接合したことによる

基板体の変形を一層抑制することができ、残留応力を低減することが可能となる。

【0012】請求項4記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極は前記複数の半導体チップを囲むように棒状に形成してなることを要旨とする。この構成により、基板体上に島状電極を接合したことによる基板体の変形を顕著に低減させることが可能となる。

【0013】請求項5記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記絶縁体は、前記絶縁性セラミックス板よりも弾性係数の小さい材質からなることを要旨とする。この構成により、基板体の変形や残留応力は導電層上に接合された絶縁体に起因している。このため、絶縁体の材質として弾性係数の小さい材質を用いることで基板体の変形を小さくし、残留応力を低減することが可能となる。

【0014】請求項6記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記絶縁体は、絶縁性セラミックス製であることを要旨とする。この構成により、絶縁体が熱的に安定し、高熱負荷状態でも優れた絶縁性が維持される。

【0015】請求項7記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記絶縁性セラミックス板及び前記絶縁体の材質として、金属窒化物又は金属酸化物の何れかを用いてなることを要旨とする。この構成により、絶縁性、耐熱性、強度、熱伝導率に優れた材質を用いることで、高耐圧化に加えて、半導体チップ及び島状電極の温度上昇を抑制し、基板体・島状電極に作用する残留応力や熱応力を低減することが可能となる。

【0016】請求項8記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記絶縁体の厚さは0.2mm以上で、且つ前記絶縁性セラミックス板の厚さよりも薄いことを要旨とする。この構成により、島状電極と導電層との間に十分な絶縁性が維持されるとともに絶縁体の剛性が低く抑えられて基板体上に絶縁体を接合したことによる基板体の変形を小さくすることが可能となる。

【0017】請求項9記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記導電層及び前記島状電極の材質として、銅、アルミニウム又はこれらを主成分とする合金又は複合材料の何れかを用いてなることを要旨とする。この構成により、導電層及び島状電極の材質として、高い導電率及び熱伝導率と低いヤング率とを備えた材質を用いることで、強度的に脆い絶縁性セラミックス板及び絶縁体が発生する残留応力や熱応力を低減することが可能となる。

【0018】請求項10記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記絶縁体は、前記半導体チップとの間に0.5mm

m以上の距離を空けて前記基板体上に固定してなることを要旨とする。この構成により、島状電極と半導体チップとの間に十分な耐圧が維持される。

【0019】請求項11記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極の外形は前記絶縁体の外形よりも小さく、且つ前記島状電極の外形と前記絶縁体の外形との間に0.5mm以上の距離を空けてなることを要旨とする。この構成により、島状電極と通常半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面耐圧が十分に高くなり、島状電極と半導体チップとの間に十分な耐圧が維持される。

【0020】請求項12記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記絶縁体のコーナー部は、半径0.5mm以上の面取りがされていることを要旨とする。この構成により、強度的に脆い絶縁体のコーナー部に適正な面取りを行うことで応力集中が緩和され、熱応力等による絶縁体の損傷が防止される。

【0021】請求項13記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極のコーナー部は、半径0.5mm以上の面取りがされていることを要旨とする。この構成により、電界集中により絶縁破壊の起点となり易い島状電極のコーナー部に適正な面取りを行うことで電界集中が緩和され、島状電極と通常半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面絶縁耐圧が十分に高くなる。

【0022】請求項14記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記基板体は、導電層を挟んだ2枚以上の絶縁性セラミックス板で構成してなることを要旨とする。この構成により、内部欠陥等に起因して1枚の絶縁性セラミックス板が破損した場合でも、所定の絶縁耐圧を保持することが可能となる。

【0023】請求項15記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極は、外部接続端子と治金的もしくは機械的に一体化してなることを要旨とする。この構成により、半導体チップのエミッタ電極等が結線される島状電極からエミッタ等外部接続端子までの配線が短くなり、インダクタンスを顕著に低くすることが可能となる。

【0024】請求項16記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記島状電極と電氣的に絶縁された他の島状電極を、前記導電層上に絶縁体を介して接合し、当該他の島状電極に前記半導体チップの他の所定電極を結線してなることを要旨とする。この構成により、半導体チップのエミッタ電極等に加え、ゲート電極等である他の所定電極と他の島状電極を結線するボンディングワイヤの長さも短く、且つ均一にすることが可能となる。

【0025】請求項17記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項16記載のモジュール型半導体装置において、前記他の島状電極は、他の外部接続端子と治金的もしくは機械的に一体化してなることを要旨とする。この構成により、半導体チップのゲート電極等が結線される他の島状電極から他のゲート等外部接続端子までの配線が短くなり、インダクタンスを顕著に低くすることが可能となる。

【0026】請求項18記載のモジュール型半導体装置は、上記請求項1記載のモジュール型半導体装置において、前記半導体チップ、前記島状電極及び前記半導体チップの所定電極と前記島状電極を結線したボンディングワイヤが絶縁性樹脂で覆われていることを要旨とする。この構成により、電位の異なる各電極等を絶縁性樹脂により被覆することで、モジュール型半導体装置の絶縁耐圧性が著しく向上する。

【0027】請求項19記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、絶縁性セラミックス板の表面に導電層が接合された基板体と、前記導電層上に接合された複数の半導体チップと、前記導電層上に絶縁体を介して接合され前記複数の半導体チップの各所定電極が結線された島状電極とを備え、前記島状電極は前記基板体の中心線上に位置するか又は前記基板体の中心に対して対称形状を有するかの何れかであるモジュール型半導体装置の製造方法であって、前記絶縁体と前記島状電極とを接合する方法として接合材を用いず、銅直接接合法を用いることを要旨とする。この構成により、応力集中により破壊の起点となり易い接合材を用いず、絶縁体と島状電極とを酸化物共晶反応を利用した銅直接接合法を用いて接合することで、熱サイクル寿命に優れた島状電極部が得られる。

【0028】請求項20記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、上記請求項19記載のモジュール型半導体装置の製造方法において、前記基板体を構成する前記導電層と前記絶縁体との接合方法として、接合材を用いず、銅直接接合法を用いることを要旨とする。この構成により、基板体を構成する導電層と絶縁体との接合方法として、上記と同様に、酸化物共晶反応を利用した銅直接接合法を用いることで、一層熱サイクル寿命に優れた島状電極部が得られる。

【0029】請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、上記請求項19記載のモジュール型半導体装置の製造方法において、前記基板体を構成する前記導電層と前記絶縁体との接合方法として、当該絶縁体における接合面に他の導電層を設け、前記導電層と前記他の導電層とを低融点の接合材を用いて接合することを要旨とする。この構成により、接合温度が低くなって、基板体や絶縁体を含む島状電極部の残留応力を小さくすることが可能となる。

【0030】請求項22記載のモジュール型半導体装置

の製造方法は、上記請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法において、前記他の導電層の材質として、銅、アルミニウム又はこれらを主成分とする合金の何れかを用いることを要旨とする。この構成により、絶縁体の接合面に設ける他の導電層の材質として、高い熱伝導率と低いヤング率及び降伏応力とを備えた材質を用いることで、島状電極の熱が効率良く基板体に逃げて温度の上昇が抑えられ、熱応力の増大が防止されるとともに絶縁体や基板体に発生する熱応力も低減させることが可能となる。

【0031】請求項23記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、上記請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法において、前記他の導電層の外形は前記絶縁体の外形よりも小さく、且つ前記絶縁体の外形と前記他の導電層の外形との間に0.5mm以上の距離を設けることを要旨とする。この構成により、半導体チップのエミッタ電極等が結線される島状電極と半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面耐圧距離が長くなって、半導体チップのコレクタ電極等とエミッタ電極等との間の良好な絶縁を維持することが可能となる。

【0032】請求項24記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、上記請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法において、前記低融点の接合材として、Pb、Sn、Ag、In、Cuの少なくとも1種類を主成分とする金属を用いることを要旨とする。この構成により、低融点の接合材として適切な機能が得られるとともに、これらの金属はクリープ変形し易いことから、自ら変形することにより絶縁体や基板体に発生する熱応力を緩和することが可能となる。

【0033】請求項25記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、上記請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法において、前記低融点の接合材として、弾性係数が100GPa以下、もしくは降伏応力が100MPa以下の金属を用いることを要旨とする。この構成により、低融点の接合材として変形能に優れた材料を用いることにより熱応力により自ら変形することで、絶縁体や基板体に発生する熱応力を十分に緩和することが可能となる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0035】本発明の第1の実施の形態を図1を用いて説明する。まず、本実施の形態の構成を説明すると、図1において、絶縁性セラミックス板1の表裏面にそれぞれ導電層2、3が接合された基板体4における一方の導電層2上には、複数個（図では4個）の半導体チップ5a、5b、5c、5dが半田6で接合されている。また、基板体4の他方の導電層3は、金属製ベース7に半田8で接合されており、半導体チップ5a～5dから発生する熱を基板体4と金属製ベース7を介してヒートシ

ンク9に逃がす構成になっている。一般に、半導体チップ5a～5dの裏面はコレクタ電極になっており、基板体4表面の一方の導電層2と半田6で接合されることで電気的に接続されている。また、半導体チップ5a～5dの上面には、それぞれ複数のエミッタ電極（所定電極）10があり、この半導体チップ5a～5dの各エミッタ電極10は、基板体4上に絶縁体11を介して接合された島状エミッタ電極12aにボンディングワイヤ13により結線されている。半導体チップ5a～5d裏面のコレクタ電極と表面のエミッタ電極10間に流れる電流は、半導体チップ5a～5dの表面部に配置されたゲート電極（他の所定電極）14により制御されるようになっており、このゲート電極14は、基板体4外に設置された図示省略の電極にボンディングワイヤにより結線されている。

【0036】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極12aを絶縁体11を介して基板体14上に設けることにより、半導体チップ5a～5dの各エミッタ電極10と島状エミッタ電極12aを結線するボンディングワイヤ13の長さを短く、且つ均一にすることができ、モジュール型半導体装置のインダクタンスを低くすることができ、複数の半導体チップ5a～5d間の電流も均一化することができる。島状エミッタ電極12aを基板体4の中心線上に、中心線に対して対称形状に配置することにより、基板体4上に島状エミッタ電極12aを接合したことで発生する残留応力を均一化できるので、稼働時に熱応力が重畳された場合でも基板体4が破損せず、モジュール型半導体装置の絶縁破壊による短絡を防止することができる。また、基板体4の変形も小さくなるので、基板体4をベース7に半田8で接合した場合にも、半田層8に欠陥が生じ難く半田層8の熱疲労亀裂による剥離を防止することができる。

【0037】本発明の第2の実施の形態を、前記図1を用いて説明する。図1において、基板体4上に設けた島状エミッタ電極12aが、半導体チップ5a、5bと他の半導体チップ5c、5dとの間に、絶縁体11を介して配置されている。

【0038】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極12aを半導体チップ5a、5bと他の半導体チップ5c、5dとの間に配置することで、半導体チップ5a～5dの各エミッタ電極10と島状エミッタ電極12aを結線するボンディングワイヤ13の長さを短く、且つ均一化できるので、モジュール型半導体装置のインダクタンスを低くすることができ、複数の半導体チップ5a～5d間の電流バランスも向上する。また、島状エミッタ電極12aを絶縁体11を介して基板体4上に接合することにより、半導体チップ5a～5dや基板体4表面の導電層2であるコレクタ電極と島状エミッタ電極12aとの沿面絶縁距離も長くできるので、半導体チップ5a～5d間の距離を小さくしても

絶縁が維持でき、基板体4やモジュール型半導体装置を小さくすることが可能となる。

【0039】本発明の第3の実施の形態を、図2を用いて説明する。図2において、基板体4上に設置された島状エミッタ電極12bの形状を十字形状とし、この十字形状の島状エミッタ電極12bが各半導体チップ5a、5b、5c、5dの間に配置されている。

【0040】このように構成された本実施の形態において、十字形状の島状エミッタ電極12bを基板体4の中心線上に、中心線に対して対称形状に配置することにより、基板体4上に島状エミッタ電極12bを接合したことにより発生する基板体4の変形を抑制することができる。したがって半田層8の欠陥発生を抑えて熱疲労による基板体4の剥離を防止することができる。また、島状エミッタ電極12bを絶縁体11を介して基板体4上に接合することにより、半導体チップ5a～5dや基板体4上の導電層2であるコレクタ電極と、島状エミッタ電極12bとの沿面絶縁距離を長くできるので、半導体チップ5a～5d間の距離をさらに小さくことができ、基板体4やモジュール型半導体装置を小さくすることが可能となる。

【0041】本発明の第4の実施の形態を、図3を用いて説明する。図3において、基板体4上に設置された島状エミッタ電極12cが半導体チップ5a～5dの周囲にフレーム状に配置されている。

【0042】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極12cを、半導体チップ5a～5dを囲むように基板体4の中心線に対して対称形状に配置することにより、基板体4上に島状エミッタ電極12cを接合したことにより発生する基板体4の変形を著しく低減することができる。したがって半田層8の欠陥発生を抑えて熱疲労による基板体4の剥離を防止することができる。

【0043】本発明の第5の実施の形態を、前記図1を

用いて説明する。図1において、島状エミッタ電極12aと基板体4との間に挿入される絶縁体11の材料として、基板体4を構成する絶縁性セラミックス板1よりも弾性係数の小さい物質が使用されている。

【0044】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極12aを接合したことにより発生する基板体4の変形や残留応力が、島状エミッタ電極12aと接合された絶縁体11に起因しているため、絶縁体11の材質として弾性係数の小さい物質を用いることにより基板体4の変形を小さくし、残留応力を低くすることができる。その結果、残留応力に稼働時の熱応力が重畳された場合でも基板体4の破損によるモジュール型半導体装置の短絡を防止することができる。

【0045】本発明の第6の実施の形態を、前記図1を用いて説明する。図1において、島状エミッタ電極12aと基板体4との間に挿入される絶縁体11の材料として、絶縁性セラミックスを使用している。

【0046】このように構成された本実施の形態において、絶縁体11の材質に熱的に安定な絶縁性セラミックスを用いることにより、高温で長時間加熱された後でも絶縁劣化がなく、モジュール型半導体装置の長期絶縁信頼性を向上させることができる。また、有機系の絶縁材料に比べて絶縁耐圧にも優れていることから、絶縁体11の幅を小さくしても半導体チップ5a～5d間及び半導体チップ5a～5dと島状エミッタ電極12a間の絶縁を維持できるため、基板体4やモジュール型半導体装置の小型化にも効果的である。

【0047】本発明の第7の実施の形態を、前記図1を用いて説明する。図1において、島状エミッタ電極12aと基板体4との間に挿入される絶縁体11の材料として、金属窒化物又は金属酸化物を使用している。

【0048】

【表1】

金属酸化物				
物質名	Al_2O_3	SiO_2	ZrO_2	$ZrO_2 \cdot SiO_2$
比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	$>10^{12}$	8×10^{11}	10^4	4×10^7
熱伝導率 ($W/m \cdot K$)	30	1	2	6
金属窒化物				
物質名	BN	Si_3N_4	AlN	
比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	$>10^{12}$	$>10^{12}$	$>10^{12}$	
熱伝導率 ($W/m \cdot K$)	20	30	170	
金属炭化物				
物質名	SiC	TiC	WC	ZrC
比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	—	10^{-4}	2×10^{-4}	—
熱伝導率 ($W/m \cdot K$)	125	44	52	25
金属ホウ化物				
物質名	LaB_6	TiB_2	ZrB_2	
比抵抗 ($\Omega \cdot m$)	10^{-4}	10^{-4}	7×10^{-5}	
熱伝導率 ($W/m \cdot K$)	—	38	23	

【0049】このように構成された本実施の形態において、絶縁体11の材料としては優れた絶縁性は勿論のこと、島状エミッタ電極12aの熱を基板体4に逃がし、且つ絶縁体11に作用する熱応力を低減させるためには熱伝導率に優れた材料が必要である。このような観点から、表1に示す各種セラミックスの絶縁性（比抵抗）と熱伝導率の値から、絶縁体11の材料としては金属窒化物及び金属酸化物が適していると言える。絶縁体11に金属窒化物又は金属酸化物を用いることにより、モジュール型半導体装置の絶縁信頼性の向上と小型化に加えて、島状エミッタ電極12aの加熱防止や絶縁体11の熱応力による破損を防止することができる。

【0050】本発明の第8の実施の形態を、前記図1を用いて説明する。図1において、島状エミッタ電極12aとコレクタ電極である基板体4表面の導電層2との絶縁を維持するため、両者の間に接合する絶縁体11の厚さを0.2mm以上で、且つ基板体4を構成する絶縁性セラミックス板1よりも薄くする構造になっている。

【0051】このように構成された本実施の形態において、絶縁体11の厚さを0.2mm以上にすることで、島状エミッタ電極12aとコレクタ電極である基板体4表面の導電層2との間に十分な絶縁を維持することができる。しかし、必要以上に厚くすると島状エミッタ電極12aを接合した絶縁体11を基板体4に接合したときに基板体4の変形が大きくなるため、その厚さは基板体4を構成する絶縁性セラミックス板1よりも薄くすることが必要である。

【0052】本発明の第9の実施の形態を、前記図1を

用いて説明する。図1において、基板体4を構成する導電層2、3及び島状エミッタ電極12aの材料として、通電時の抵抗発熱を抑制するためには高い導電率が、また島状エミッタ電極12aの熱を絶縁体11を介して基板体4に逃がすためには、高い熱導電率が要求される。さらに、これらの導電層2、3及び島状エミッタ電極12aの材料としてヤング率が小さい材料を用いることにより、強度的に脆い絶縁性セラミックス板1及び絶縁体11に発生する熱応力を低減させることができる。このような観点から導電層2、3及び島状エミッタ電極12aの材料として銅、アルミニウム及びこれらを主成分とする合金又は複合材料が適していると言える。

【0053】このように構成された本実施の形態において、製造時及び稼働時に絶縁性セラミックス板1に発生する熱応力を低減でき、基板体4の破損や変形を防止することができる。

【0054】本発明の第10の実施の形態を、図4を用いて説明する。図4において、島状エミッタ電極12と基板体4表面に接合されているコレクタ電極である導電層2とは、絶縁体11により電気的に絶縁されているが、島状エミッタ電極12と半導体チップ5のコレクタ電極とは空気絶縁になっている。図4に示すように、両者の間の距離 d_1 を0.5mm以上とることにより、島状エミッタ電極12と半導体チップ5のコレクタ電極とも良好な絶縁を得ることができる。しかし、必要以上の距離は基板体4やモジュール型半導体装置の大型化を招くため好ましくない。

【0055】このように構成された本実施の形態におい

ては、島状エミッタ電極12と半導体チップ5のコレクタ電極との間にも良好な絶縁を維持することが可能となり、モジュール型半導体装置の絶縁信頼性を向上させることができる。

【0056】本発明の第11の実施の形態を、前記図4を用いて説明する。図4において、島状エミッタ電極12は絶縁体11を介して基板体4上に接合されているが、この島状エミッタ電極12を絶縁体11に比べて小さくし、且つ両者との間に一定の距離 d_2 を設けて接合されている。この距離が小さいと島状エミッタ電極12とコレクタ電極が電氣的に短絡するため、高耐圧・大容量のモジュール型半導体装置では、0.5mm以上の距離を空けることが好ましい。しかし、必要以上の距離をとることは基板体4やモジュール型半導体装置の大型化を招くため好ましくない。

【0057】このように構成された本実施の形態においては、島状エミッタ電極12とコレクタ電極との沿面耐圧を向上させることができ、モジュール型半導体装置の絶縁信頼性を向上させることができる。

【0058】本発明の第12の実施の形態を、前記図4を用いて説明する。図4において、島状エミッタ電極12と基板体4の間に介在する絶縁体11のエッジ部に半径0.5mm以上の面取りを行っている。

【0059】このように構成された本実施の形態において、強度的に脆い絶縁体11に、熱応力が集中し破壊の起点となり易いエッジ部に面取りを施すことにより応力集中を緩和することができ、熱応力等による絶縁層の破壊を防止することができる。面取りの大きさ R_1 が大きいほど応力緩和効果が大きい。過度の面取りは絶縁体11や島状エミッタ電極12の粗大化を招くため、実験結果から半径0.5～1.0mm程度が好ましい。

【0060】本発明の第13の実施の形態を、前記図4を用いて説明する。図4において、島状エミッタ電極12のコーナー部(R_2)に半径0.5mm以上の面取りを行っている。

【0061】このように構成された本実施の形態において、電界集中により絶縁破壊の起点となり易い導電体である島状エミッタ電極12のコーナー部をR形状として、コーナー部の電界集中を緩和することにより島状エミッタ電極12と半導体チップ5及び基板体4上の導電層2であるコレクタ電極との沿面絶縁耐圧を向上させることができる。このような沿面絶縁性はコーナー部のRを大きくするほど向上するが、過度にRを大きくすると絶縁体11や基板体4の粗大化を招くため、実験結果から半径0.5～1.0mm程度が適当である。

【0062】本発明の第14の実施の形態を、前記図5を用いて説明する。図5において、半導体チップ5a～5dや島状エミッタ電極12aを接合する基板体4を構成する絶縁性セラミックス板1a、1bを2層とし、その間に金属製の導電層17を介して接合している。

【0063】このように構成された本実施の形態において、最も高い熱応力が発生し、且つモジュール型半導体装置の絶縁上最も重要な基板体4を構成する絶縁性セラミックス板1a、1bを多層とすることにより、内部欠陥等により1枚の絶縁性セラミックス板が破損した場合でも、所定の絶縁耐圧を保持することができる。

【0064】本発明の第15の実施の形態を、前記図1を用いて説明する。図1において、半導体チップ5a～5dの各エミッタ電極10とボンディングワイヤ13により結線された島状エミッタ電極12aが、外部接続端子18と導電性部品19により冶金的又はボルト締結等により機械的に接合され一体化されている。

【0065】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極12aと外部接続端子18とを一体化することにより、両者を接続する配線が不要となり、モジュール型半導体装置のインダクタンスを著しく低くすることができる。

【0066】本発明の第16の実施の形態を、図6を用いて説明する。図6において、半導体チップ5a～5dの各ゲート電極14がボンディングワイヤ20により基板体4上に絶縁体22を介して設置された島状ゲート電極21に電氣的に接続されている。

【0067】このように構成された本実施の形態において、半導体チップ5a～5dの各ゲート電極14を結線するボンディングワイヤ20の長さを短く、且つ均一化することができるので、各半導体チップ5a～5dの電流バランスを向上させることができる。

【0068】本発明の第17の実施の形態を、前記図6を用いて説明する。図6において、基板体4上に絶縁体22を介して接合された島状ゲート電極21は、ボンディングワイヤ20により半導体チップ5a～5dの各ゲート電極14と電氣的に結線されており、且つ島状ゲート電極21と外部接続端子23が導電体24を介して冶金的又はボルト締結等により機械的に接合され一体化した構造となっている。

【0069】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極12cに加えて島状ゲート電極21の配線も短くでき、その結果、モジュール型半導体装置のインダクタンスを低くすることができ、各半導体チップ5a～5dの電流バランスも向上させることができる。

【0070】本発明の第18の実施の形態を、前記図1を用いて説明する。図1において、基板体4上に接合された半導体チップ5a～5d、絶縁体11を介して接合された島状エミッタ電極12、各半導体チップ5a～5dのエミッタ電極10とゲート電極14、さらに基板体4上に設置された島状エミッタ電極12aと半導体チップ5a～5dのエミッタ電極10とを接続するボンディングワイヤ13が絶縁性樹脂25で被覆されている。

【0071】このように構成された本実施の形態において、

て、電位の異なる各電極等が絶縁性樹脂 25 により周囲が被覆されていることから、モジュール型半導体装置の絶縁信頼性を著しく向上させることができる。

【0072】本発明の第 19 の実施の形態を、前記図 1 を用いて説明する。図 1 において、島状エミッタ電極 12a と絶縁体 11 との界面は、熱応力に耐え得る高い接合強度と、島状エミッタ電極 12a の熱を逃がすために物理的に密着していることが必要である。しかし、金属ろうのような接合材では、接合界面に熱応力の集中が起こり熱疲労亀裂が発生する。このような観点から両者の接合方法としては接合材を用いず、酸化物共晶反応を利用した銅直接接合法が適している。

【0073】このように構成された本実施の形態において、応力集中により破壊の起点となり易い接合材を用いず、島状エミッタ電極 12a と絶縁体 11 を直接接合することにより熱サイクル寿命に優れた島状エミッタ電極 12a を得ることができる。

【0074】本発明の第 20 の実施の形態を、前記図 1 を用いて説明する。図 1 において、島状エミッタ電極 12a に接合された絶縁体 11 は、基板体 4 上に熱応力に耐え得る高い接合強度と、島状エミッタ電極 12a の熱を逃がすために物理的に密着していることが必要である。上述の第 12 の実施の形態と同様な理由により、両者の接合方法としては接合材を用いない銅直接接合法が適している。また、本方法によれば基板体 4 の製造工程における絶縁性セラミックス板 1 と導電層 2、3 の接合工程と一緒にできるため製造コストを低減することができる。

【0075】このように構成された本実施の形態において、応力集中により破壊の起点となり易い接合材を用いず、島状エミッタ電極 12a が接合された絶縁体 11 を、基板体 4 上に直接接合することにより熱サイクル寿命に優れた島状エミッタ電極 12a を得ることができる。

【0076】本発明の第 21 の実施の形態を、図 7 を用いて説明する。図 7 において、島状エミッタ電極 12a が接合された絶縁体 11 と基板体 4 を構成する導電層 2 との接合方法として、絶縁体 11 におけるその接合面に導電層 15 を設け、この導電層 15 と基板体 4 を構成する導電層 2 との間を低融点の接合材 16 を用いて接合している。

【0077】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極 12a が接合された絶縁体 11 と基板体 4 とを低融点の接合材 16 を用いて接合することにより、接合温度を低くすることができ、その結果、接合時に発生する残留応力を低減することができるとともに接合材 16 の塑性変形により残留応力や基板体 4 の変形を小さくすることが可能となる。

【0078】本発明の第 22 の実施の形態を、前記図 7 を用いて説明する。図 7 において、島状エミッタ電極 1

2a が接合された絶縁体 11 は、基板体 4 を構成する導電層 2 との接合面に導電層 15 を設けている。この導電層 15 の材料としては銅、アルミニウム又はこれらの金属を主成分とする合金を用いている。

【0079】このように構成された本実施の形態において、導電層 15 の材料として銅、アルミニウム又はこれらの金属を主成分とする合金を用いることにより、島状エミッタ電極 12a の熱を絶縁体 11 と導電層 15 を介して効率良く基板体 4 に逃がし熱応力の増大を防止するとともに、これらの材料のヤング率や降伏応力が低いことから、絶縁体 11 や基板体 4 に発生する熱応力も低減することができる。

【0080】本発明の第 23 の実施の形態を、図 8 を用いて説明する。図 8 において、島状エミッタ電極 12 が接合された絶縁体 11 の対向面に接合する導電層 15 の大きさを絶縁体 11 よりも小さくし、且つ両者の外周部との距離 d_3 を 0.5 mm 以上としている。

【0081】このように構成された本実施の形態において、島状エミッタ電極 12 と基板体 4 上のコレクタ電極である導電層 2 との間に金属製の導電層 15 が介在しても、島状エミッタ電極 12 とコレクタ電極である導電層 2 との沿面耐圧距離を維持することができ、島状エミッタ電極 12 とコレクタ電極間での絶縁破壊を防止することができる。

【0082】本発明の第 24 の実施の形態を、前記図 7 を用いて説明する。図 7 において、島状エミッタ電極 12a を接合した絶縁体 11 は、Pb, Sn, Ag, In, Cu のうちの少なくとも 1 種類の元素を主成分とする接合材 16 により基板体 4 を構成する導電層 2 と接合されている。

【0083】このように構成された本実施の形態において、接合材 16 として上記金属又は合金を用いることにより島状エミッタ電極 12 の温度上昇を抑え、且つ接合温度の低下により残留応力も低減することができる。さらに、これらの金属はクリープ変形をし易いことから、自ら変形することにより絶縁体 11 や基板体 4 に発生する熱応力を緩和し、絶縁破壊を防止することができる。

【0084】本発明の第 25 の実施の形態を、前記図 7 を用いて説明する。図 7 において、島状エミッタ電極 12a を接合した絶縁体 11 は、弾性係数が 100 GPa 以下、降伏応力が 100 MPa 以下の接合材 16 により基板体 4 を構成する導電層 2 と接合されている。

【0085】このように構成された本実施の形態において、接合材 16 として変形能に優れた材料を用いることにより熱応力により自ら変形することで、強度的に脆い絶縁体 11 や基板体 4 のセラミックス部に発生する熱応力を緩和し、絶縁破壊を防止することができる。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 記載のモジュール型半導体装置によれば、導電層上に絶縁体を介

して接合された島状電極に複数の半導体チップの各所定電極が結線され、且つ前記島状電極は基板体の中心線上に位置するか又は前記基板体の中心に対して対称形状を有するかの何れかとしたため、半導体チップの各所定電極と島状電極を結線するボンディングワイヤの長さを短く、且つ略均一にすることができ、低インダクタンス化とともに電流バランスが向上し、半導体チップに本来の性能を発揮させることができる。また、基板体上に島状電極を接合したことで発生する残留応力を均一化させることができ、稼働時に熱応力が重畳された場合でも基板体の破損や剥離を防止することができ、絶縁信頼性を向上させることができる。

【0087】請求項2記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極は前記半導体チップと他の半導体チップとの間に位置させたため、ボンディングワイヤを、より一層短くすることができ、低インダクタンス化をより良く達成することができ、より一層半導体チップに本来の性能を発揮させることができる。

【0088】請求項3記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極は十字形状に形成されて前記複数の半導体チップ間に配置されているため、基板体上に島状電極を接合したことによる基板体の変形を一層抑制することができ、残留応力を低減させることができ、基板体の破損や剥離をより的確に防止することができる。

【0089】請求項4記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極は前記複数の半導体チップを囲むように枠状に形成したため、基板体上に島状電極を接合したことによる基板体の変形を顕著に低減させることができ、基板体及び島状電極の残留応力・熱応力による破損を防止することができる。

【0090】請求項5記載のモジュール型半導体装置は、前記絶縁体は、前記絶縁性セラミックス板よりも弾性係数の小さい材質としたため、基板体の変形を小さくし、残留応力を低減させることができ、稼働時に熱応力が重畳された場合でも基板体の破損や剥離を防止することができる。

【0091】請求項6記載のモジュール型半導体装置は、前記絶縁体は、絶縁性セラミックス製としたため、絶縁体が熱的に安定し、高熱負荷状態でも優れた絶縁性を維持することができる。

【0092】請求項7記載のモジュール型半導体装置は、前記絶縁性セラミックス板及び前記絶縁体の材質として、金属窒化物又は金属酸化物の何れかをを用いたため、高耐圧化に加えて、半導体チップ及び島状電極の温度上昇を抑制し、基板体・島状電極に作用する残留応力や熱応力を低減することができる。

【0093】請求項8記載のモジュール型半導体装置は、前記絶縁体の厚さは0.2mm以上で、且つ前記絶縁性セラミックス板の厚さよりも薄くしたため、島状電極と導電層との間の絶縁性を十分に維持することができ

るとともに絶縁体の剛性が低く抑えられて基板体上に絶縁体を接合したことによる基板体の変形を小さくすることができる。

【0094】請求項9記載のモジュール型半導体装置は、前記導電層及び前記島状電極の材質として、銅、アルミニウム又はこれらを主成分とする合金又は複合材料の何れかをを用いたため、強度的に脆い絶縁性セラミックス板及び絶縁体に発生する残留応力や熱応力を低減させて、これらの部材の破損や変形を防止することができる。

【0095】請求項10記載のモジュール型半導体装置は、前記絶縁体は、前記半導体チップとの間に0.5mm以上の距離を空けて前記基板体上に固定したため、島状電極と半導体チップとの間に十分な耐圧が維持されて、絶縁破壊を防止することができる。

【0096】請求項11記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極の外形は前記絶縁体の外形よりも小さく、且つ前記島状電極の外形と前記絶縁体の外形との間に0.5mm以上の距離を空けたため、島状電極と通常半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面耐圧が十分に高くなり、島状電極と半導体チップとの間に十分な耐圧を維持させることができる。

【0097】請求項12記載のモジュール型半導体装置は、前記絶縁体のコーナー部は、半径0.5mm以上の面取りがされているため、強度的に脆い絶縁体コーナー部への応力集中が緩和されて、熱応力等による絶縁体の損傷をより確実に防止することができる。

【0098】請求項13記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極のコーナー部は、半径0.5mm以上の面取りがされているため、電界集中により絶縁破壊の起点となり易い島状電極コーナー部への電界集中が緩和されて、島状電極と通常半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面絶縁耐圧が十分に高くなり、絶縁信頼性を向上させることができる。

【0099】請求項14記載のモジュール型半導体装置は、前記基板体は、導電層を挟んだ2枚以上の絶縁性セラミックス板で構成したため、内部欠陥等に起因して1枚の絶縁性セラミックス板が破損した場合でも、所定の絶縁耐圧を保持させることができる。

【0100】請求項15記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極は、外部接続端子と冶金的もしくは機械的に一体化したため、半導体チップのエミッタ電極等が結線される島状電極からエミッタ等外部接続端子までの配線が短くなって、エミッタ結線系のインダクタンスを顕著に低くすることができる。

【0101】請求項16記載のモジュール型半導体装置は、前記島状電極と電気的に絶縁された他の島状電極を、前記導電層上に絶縁体を介して接合し、当該他の島状電極に前記半導体チップの他の所定電極を結線したため、半導体チップのゲート電極等である他の所定電極と

他の島状電極を結線するボンディングワイヤの長さを短く、且つ均一にすることができ、ゲート結線系の低インダクタンス化を達成することができる。

【0102】請求項17記載のモジュール型半導体装置は、前記他の島状電極は、他の外部接続端子と冶金的もしくは機械的に一体化したため、半導体チップのゲート電極等が結線される他の島状電極から他のゲート等外部接続端子までの配線が短くなって、ゲート結線系の低インダクタンス化を、より良く達成することができる。

【0103】請求項18記載のモジュール型半導体装置は、前記半導体チップ、前記島状電極及び前記半導体チップの所定電極と前記島状電極を結線したボンディングワイヤが絶縁性樹脂で覆われているため、電位の異なる各電極等を絶縁性樹脂により被覆することで、モジュール型半導体装置の絶縁信頼性を顕著に向上させることができる。

【0104】請求項19記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、絶縁体と島状電極とを接合する方法として接合材を用いず、銅直接接合法を用いたため、応力集中により破壊の起点となり易い接合材を用いていないので、絶縁体と島状電極の接合界面に熱疲労亀裂の発生が防止されてモジュール型半導体装置の信頼性を顕著に向上させることができる。

【0105】請求項20記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、前記基板体を構成する前記導電層と前記絶縁体との接合方法として、接合材を用いず、銅直接接合法を用いたため、上記と同様の理由で、基板体を構成する導電層と絶縁体との接合界面に熱疲労亀裂の発生が防止されてモジュール型半導体装置の信頼性を顕著に向上させることができる。

【0106】請求項21記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、前記基板体を構成する前記導電層と前記絶縁体との接合方法として、当該絶縁体における接合面に他の導電層を設け、前記導電層と前記他の導電層とを低融点の接合材を用いて接合したため、接合時に発生する残留応力を低減することができるとともに低融点接合材の塑性変形により残留応力や基板体の変形を小さくすることができる。

【0107】請求項22記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、前記他の導電層の材質として、銅、アルミニウム又はこれらを主成分とする合金の何れかを用いたため、他の導電層の材質として、高い熱導率と低いヤング率及び降伏応力とを備えた材質を用いることで、島状電極の温度上昇を抑えて熱応力を低減させることができるとともに絶縁体や基板体に発生する熱応力を緩和させることができる。

【0108】請求項23記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、前記他の導電層の外形は前記絶縁体の外形よりも小さく、且つ前記絶縁体の外形と前記他の導電層の外形との間に0.5mm以上の距離を設けたため、

半導体チップのエミッタ電極等が結線される島状電極と半導体チップのコレクタ電極等となる導電層との沿面耐圧距離が長くなって、半導体チップのコレクタ電極等とエミッタ電極等との間の良好な絶縁を維持することができる。

【0109】請求項24記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、前記低融点の接合材として、Pb, Sn, Ag, In, Cuの少なくとも1種類を主成分とする金属を用いたため、低融点の接合材として適切に機能させることができるとともに、これらの金属はクリープ変形し易いことから、自ら変形することにより絶縁体や基板体に発生する熱応力を緩和させることができる。

【0110】請求項25記載のモジュール型半導体装置の製造方法は、前記低融点の接合材として、弾性係数が100GPa以下、もしくは降伏応力が100MPa以下の金属を用いたため、低融点の接合材として変形能に優れた材料を用いることにより熱応力により自ら変形することで、絶縁体や基板体に発生する熱応力を十分に緩和して絶縁破壊を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態等であるモジュール型半導体装置の平面図及び断面図である。

【図2】本発明の第3の実施の形態の平面図である。

【図3】本発明の第4の実施の形態の平面図及び断面図である。

【図4】本発明の第10の実施の形態等における半導体チップ及び島状電極部分の拡大平面図である。

【図5】本発明の第14の実施の形態の平面図及び側面図である。

【図6】本発明の第16の実施の形態等の平面図及び断面図である。

【図7】本発明の第21の実施の形態等の平面図及び断面図である。

【図8】本発明の第23の実施の形態等における半導体チップ及び絶縁体部分の拡大平面図である。

【図9】モジュール型半導体装置の第1の従来技術の平面図及び側面図である。

【図10】第2の従来技術の平面図である。

【図11】第3の従来技術の平面図及び側面図である。

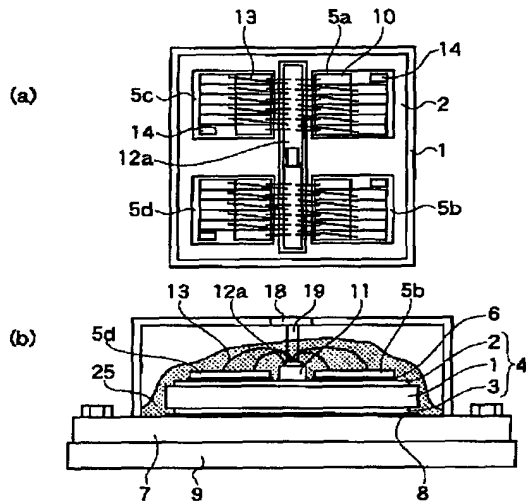
【符号の説明】

- 1, 1a, 1b 絶縁性セラミックス板
- 2, 3, 17 導電層
- 4 基板体
- 5, 5a～5d 半導体チップ
- 6, 8 半田層
- 10 エミッタ電極（所定電極）
- 11, 22 絶縁体
- 12, 12a, 12b, 12c 島状エミッタ電極（島状電極）
- 13, 20 ボンディングワイヤ

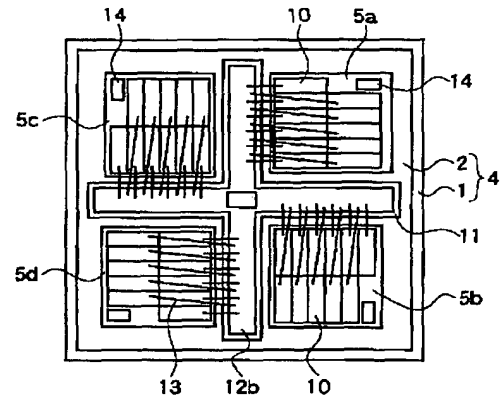
14 ゲート電極（他の所定電極）
 15 他の導電層
 16 低融点の接合材
 18, 23 外部接続端子

19, 24 導電性部品
 21 島状ゲート電極（他の島状電極）
 25 絶縁性樹脂

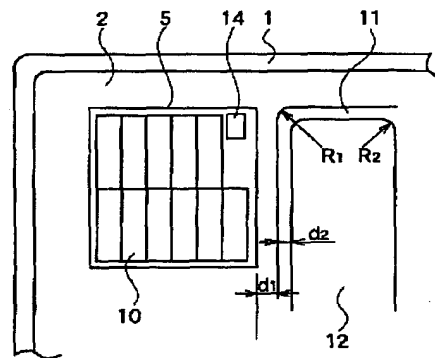
【図1】



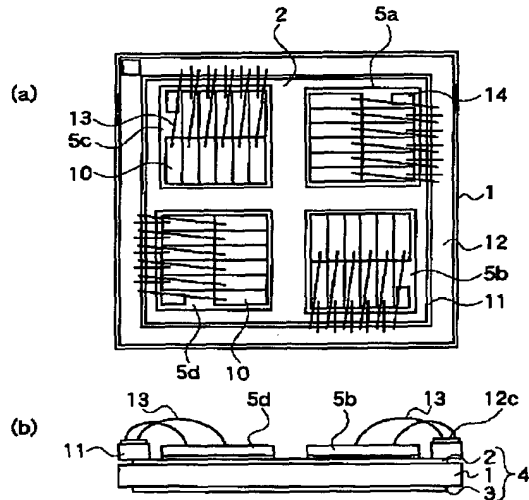
【図2】



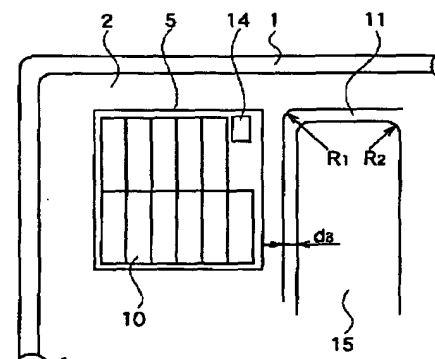
【図4】



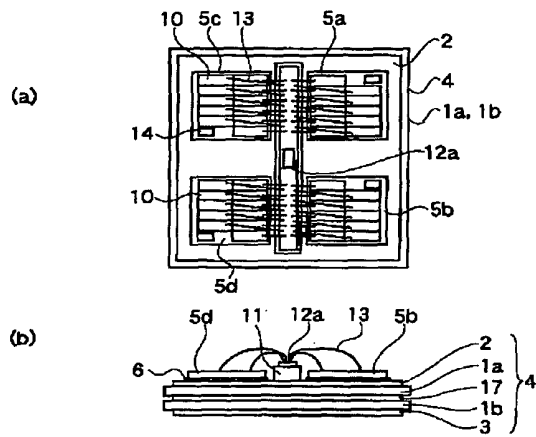
【図3】



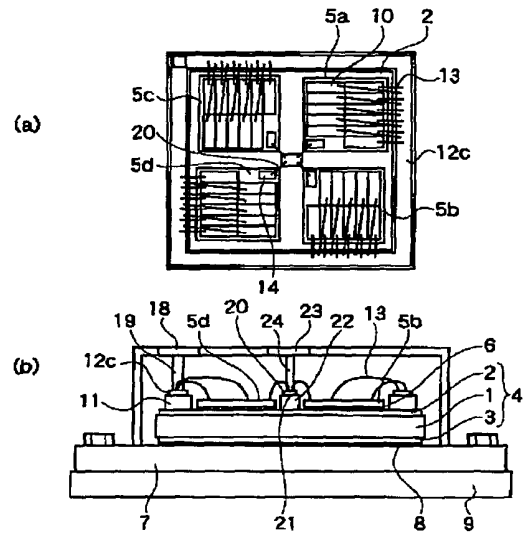
【図8】



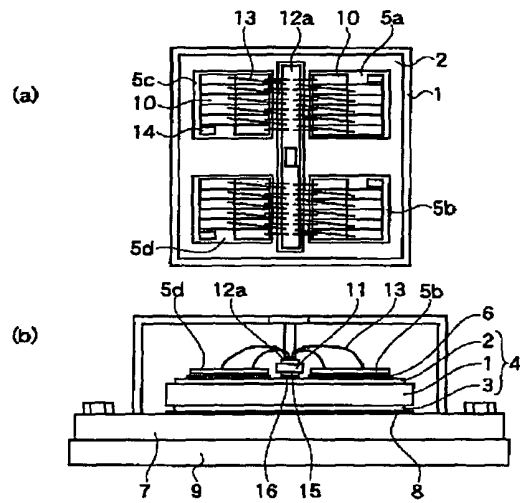
【図5】



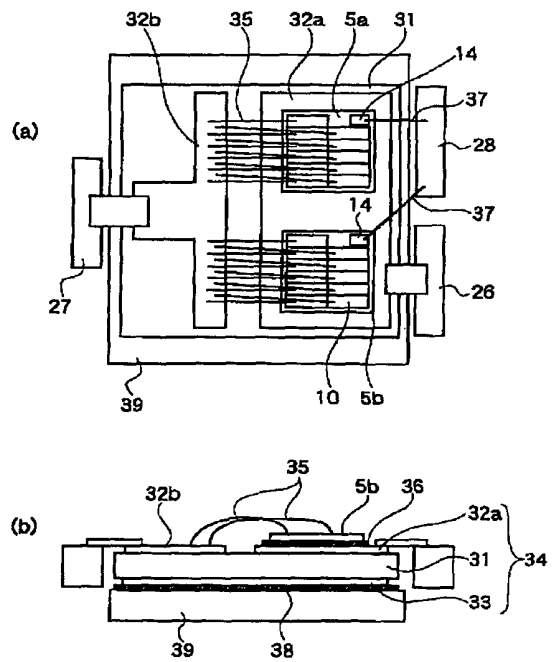
【図6】



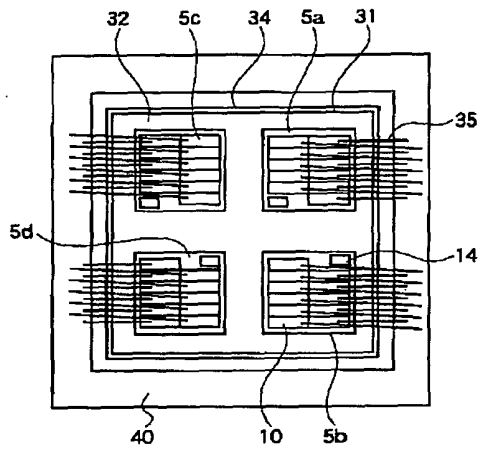
【図7】



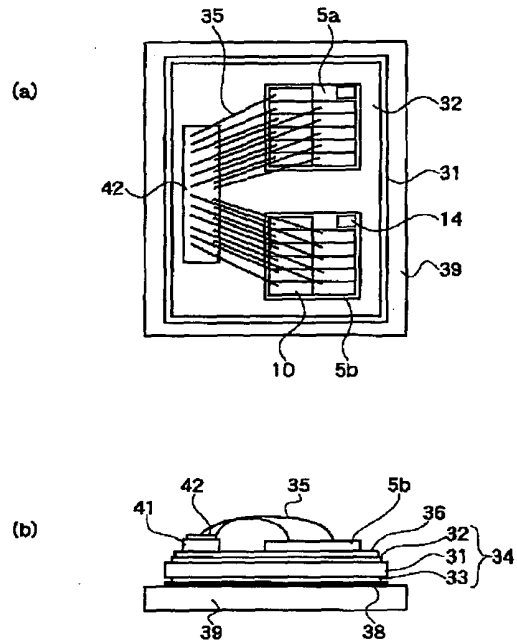
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 小森田 裕
神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地
株式会社東芝京浜事業所内
(72)発明者 西村 隆宣
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 田多 伸光
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内
(72)発明者 木島 研二
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内